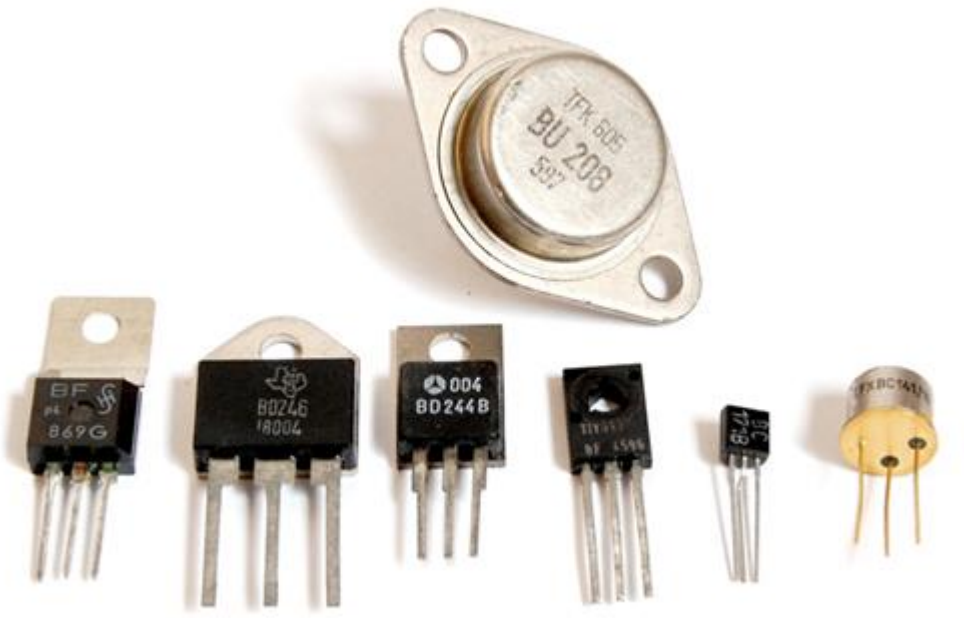
Módulo 04

(Transistores Bipolares)

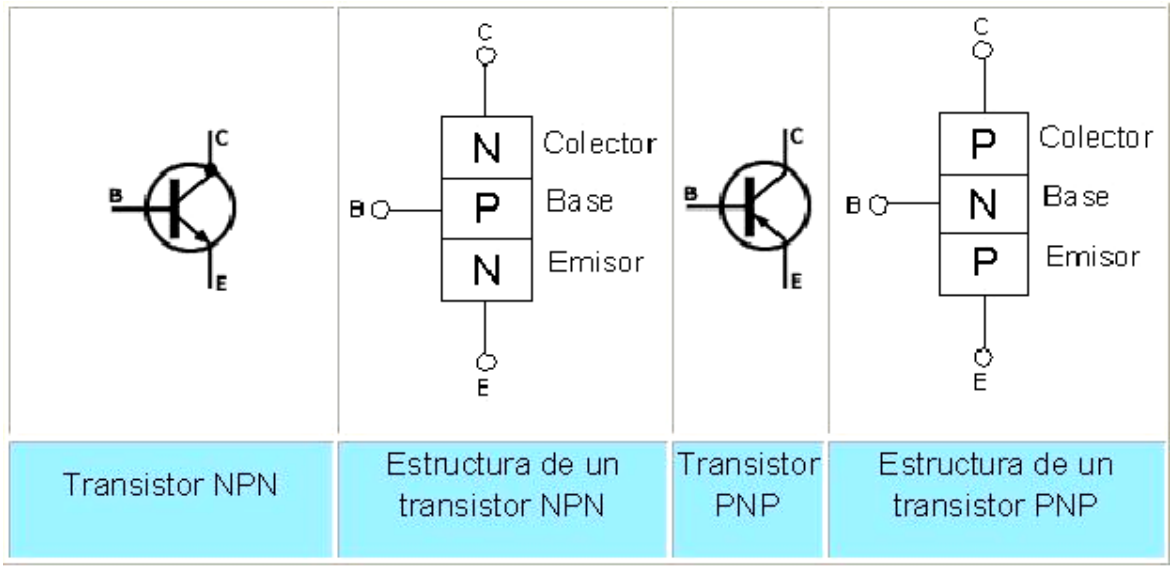


William Bradford Shockley, fue un físico estadounidense, galardonado con el Premio Nobel de Física en 1956. Inventó el transistor de unión el 5 de julio de 1951 (dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador.

Actualmente se los encuentra en todos los enseres domésticos de uso diario: radios, televisores, grabadores, reproductores de audio y vídeo, hornos de microondas, lavadoras, automóviles, equipos de refrigeración, alarmas, relojes de cuarzo, computadoras, calculadoras, impresoras, lámparas fluorescentes, equipos de rayos X, tomógrafos, ecógrafos, reproductores mp3, celulares, etc.)

Creó sus propios laboratorios en California, pero por su forma de llevar la empresa y de carácter provocó que ocho de sus investigadores en 1957 abandonasen la compañía. Entre ellos estaban ***Robert Noyce*** y ***Gordon Moore*** quienes más tarde crearon Intel (empresa multinacional que fabrica microprocesadores).

Los transistores son unos dispositivos formados a partir de tres capas de material impuro, pudiendo ser del tipo **PNP o NPN**, a su vez, estas capas pueden ser fabricadas con **germanio o silicio**.



Existen actualmente varios tipos de transistores, al comienzo nosotros vamos a hablar de los transistores *comunes*, también llamados transistores bipolares.

De acuerdo a lo que muestra la figura superior los transistores son construidos a partir de tres capas de material semiconductor.

Una cosa muy importante que se debe aclarar de entrada es que en el símbolo del transistor NPN, la flecha dentro del círculo apunta hacia fuera, mientras que en el símbolo del transistor PNP la flecha apunta hacia adentro.

En ambos tipos de transistores los tres trozos de material semiconductor que forman el sándwich están sumamente juntos a los otros formando junturas semejantes a aquellas que constituyen los diodos y los LED.

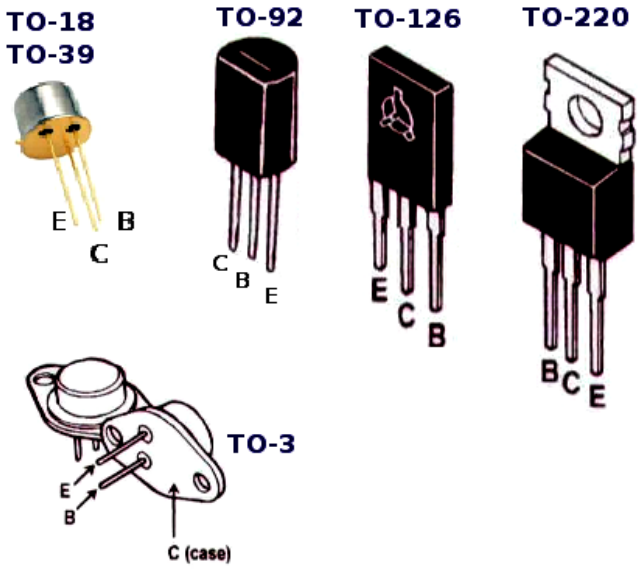
Obsérvese que de cada uno de los trozos de semiconductor salen terminales o conexiones accesibles externamente. Estos terminales llevan el nombre de **emisor (E), base (B) y colector (C.**

Tipos de encapsulados más frecuentes

Existen muchos tipos y encapsulados diferentes, pero aquí le muestro algunos de los más comunes y su nombre científico…

Identificación de los terminales de un transistor

La forma más segura de conocer los terminales de un transistor es consultando un manual. No obstante hay algunos estándares dentro de los encapsulados más comunes como lo muestra la siguiente figura.

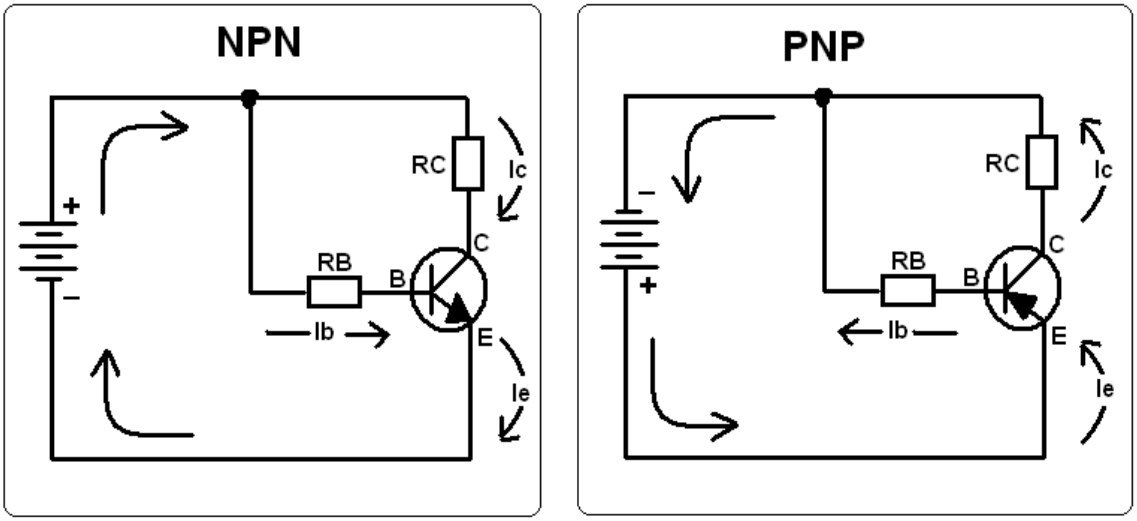


Práctica número 7

Se entregan una serie de transistores al alumno a efectos de que identifique visualmente sus terminales, no son para realizar medidas… al menos por ahora.

Le pido se tome el tiempo necesario para irse familiarizando con los formatos más clásicos de transistores.

Polarización de Transistores



Polarizar transistores significa aplicarle voltajes adecuados a los terminales a efecto de que éste cumpla una función determinada. Esta función puede ser amplificar, oscilar, detectar, desacoplar, etc. etc.

Observemos la figura superior, hemos polarizado un transistor NPN y PNP con sus mínimos componentes. RB es la resistencia que polariza adecuadamente la base mientras que RC polariza al colector.

Un transistor está diseñado de tal forma que la **pequeña** corriente entre emisor y base, provoca la circulación de una corriente **mayor** entre emisor y colector. O sea que la corriente de base puede controlar la corriente de colector de tal forma de que cuando la corriente de base disminuye la corriente de colector también disminuye y viceversa.

Dicho de otra forma nosotros podemos decir que una corriente relativamente débil entre base y emisor provoca una circulación de corriente alta entre colector y emisor lo que significa que la pequeña corriente fue **AMPLIFICADA** por el transistor.

Como ambas corrientes, la débil (de base) y la fuerte (de colector) salen del emisor podemos afirmar que: **en todo transistor la corriente de emisor es la suma de las corrientes de base y de colector.**

$$Ie = Ic + Ib$$

Parámetros de los Transistores

Los transistores presentan parámetros o límites de funcionamiento, que deben ser siempre respetados al utilizarlos en cualquier circuito, por más simple que sea, para que funcione correctamente y no terminen inutilizados por excesos de corriente o tensión que no pueden soportar, veamos entonces algunos de los más importantes…

Ic. Máx.: Corriente máxima que soporta el transistor a través del colector. Esto quiere decir que si en un determinado circuito o experiencia, "forzamos" el pasaje por el colector del transistor de una corriente superior a su **Ic. Máx** el transistor se va a recalentar y quemar. La mejor forma de evitar esto es colocando resistencias adecuadas de colector y base.

Vce. Máx: Es la máxima tensión aplicable entre el colector y el emisor. Si este voltaje máximo se superase rompería la juntura del transistor. La forma más simple de respetar este parámetro es no utilizar un voltaje de fuente de alimentación superior al Vce. Máx. Con esto tendremos la certeza de que el voltaje entre el colector y el emisor jamás será superior al que soporta el transistor.

Hfe ó H21 ó factor de amplificación ó *beta* (ß) es la ganancia del transistor. Este parámetro es el *número de veces que el transistor multiplica la corriente de base.*

PC. Máx. Es la potencia (en Watt) máxima obtenible en el colector del transistor.

F. Máx. Máxima frecuencia de funcionamiento, sin que la ganancia (Hfe) del transistor se reduzca a **menos de 1**.

Probando Transistores…

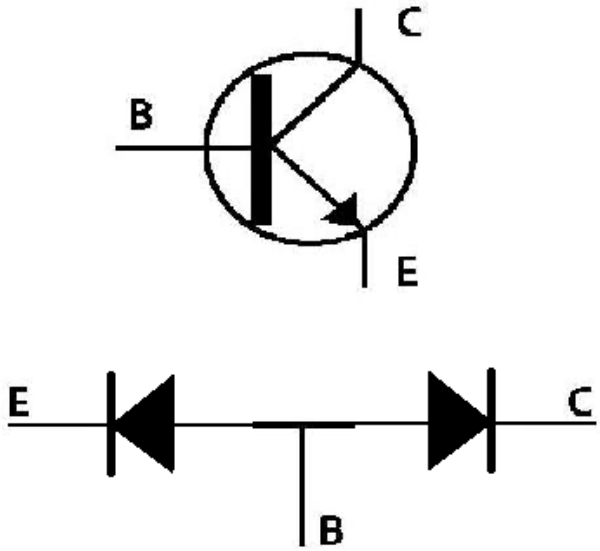
Hablar sobre prueba de transistores daría para escribir mucho. Yo prefiero tratar el tema con sencillez y practicidad. La mejor prueba que podemos hacer a un transistor, es sustituirlo por uno nuevo de las mismas características. Esto, muchas veces no es posible llevarlo a la práctica, simplemente porque no está el transistor en plaza o los costos del mismo no lo permiten.

Los instrumentos digitales suelen traer algún probador de transistores. No obstante aclararemos algunos conceptos. Un transistor se puede probar en forma ***estática*** o en forma ***dinámica***.

La forma estática es teniendo el transistor suelto o fuera del circuito para medirlo y la forma dinámica es aplicándole voltajes de polarización también fuera del circuito y sacando luego conclusiones.

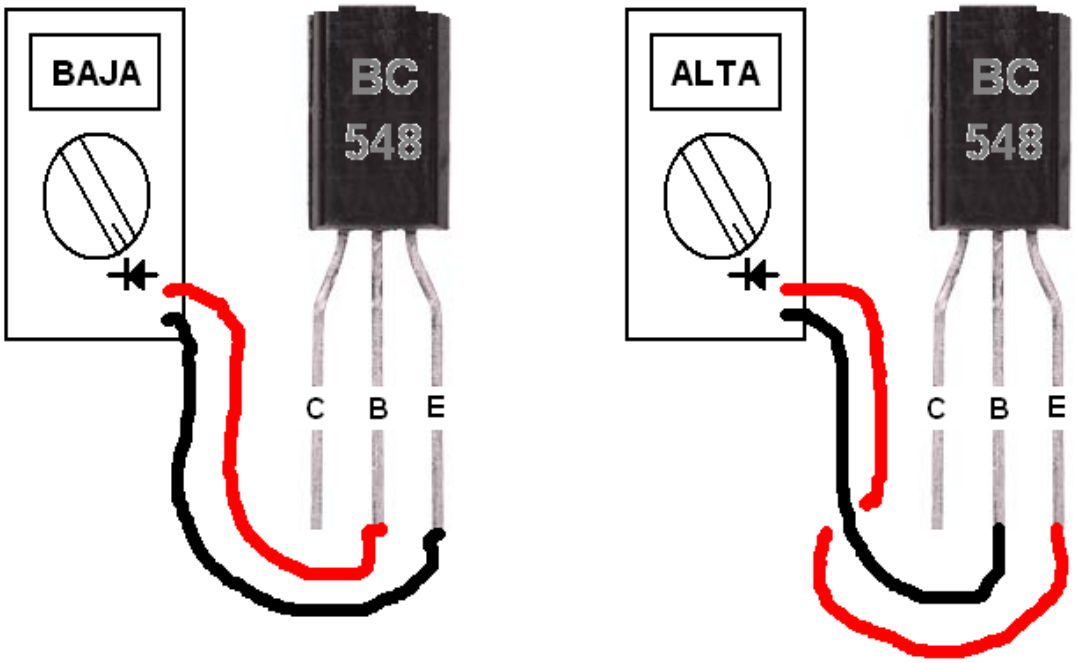
Veamos la forma ***estática***:

Para ello vamos a tomar un transistor NPN como ejemplo haciendo la siguiente analogía.



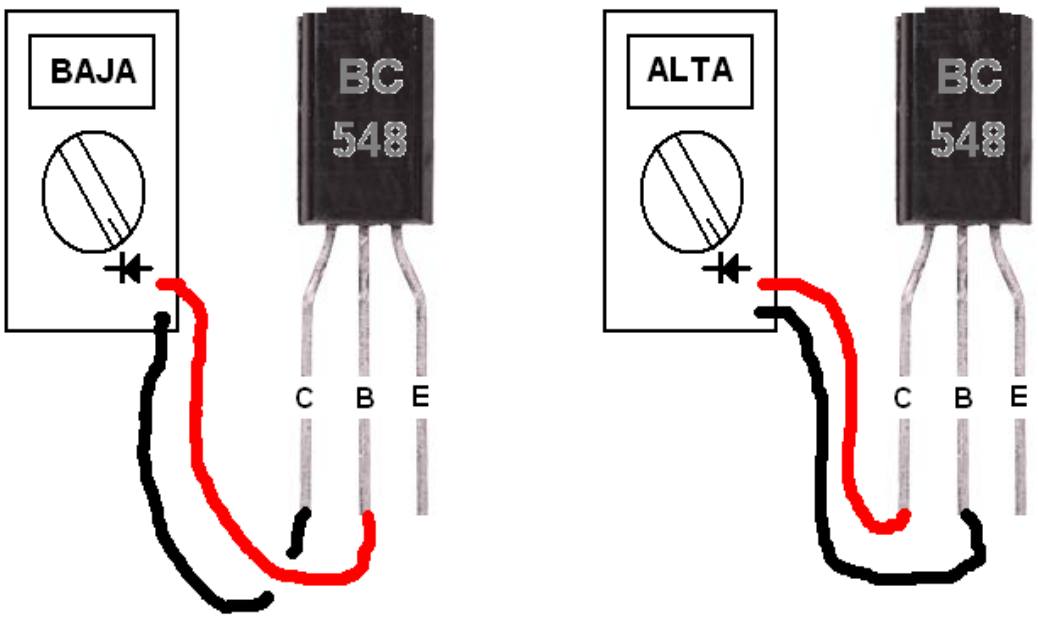
Transistor NPN

Para ello colocamos el tester digital en la posición de diodo y efectuamos las seis medidas clásicas entre los tres terminales del transistor (invirtiendo las puntas del instrumento).



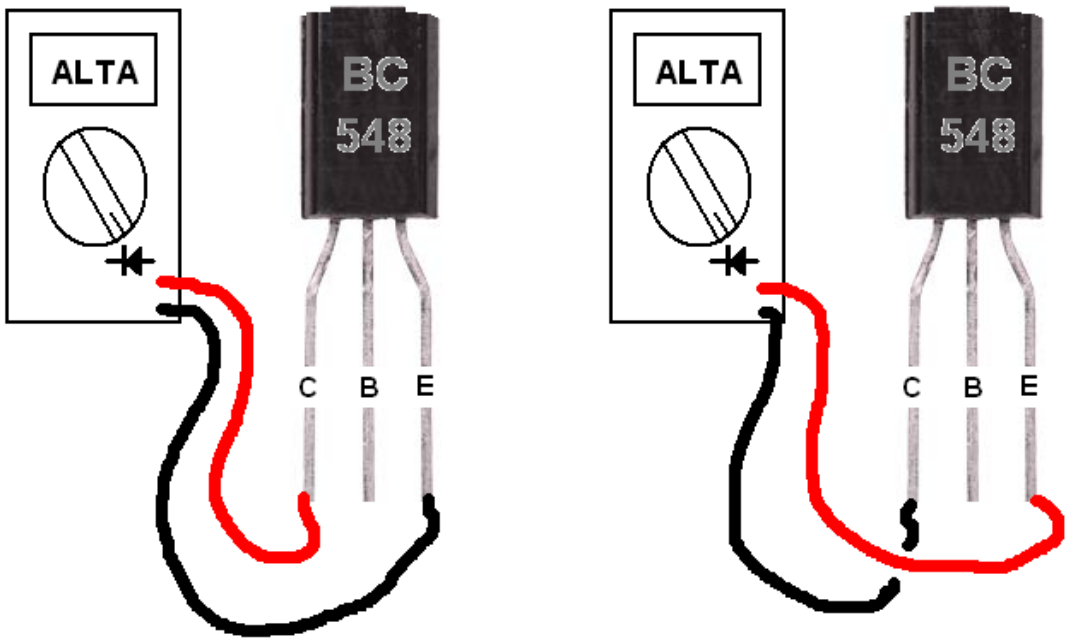
Comenzamos por medir la juntura Base-Emisor, aquí y tomando la idea de la página anterior debemos medir una lectura baja (300 a 600) y otra alta (infinito). Tal cual si estuviéramos midiendo un diodo.

Hasta el momento habremos medido una juntura (Base-Emisor), pasemos ahora a medir la juntura Base-Colector.



Aquí también como podemos ver obtendremos las medidas clásicas de un diodo común, esta vez correspondientes a la juntura Base-Colector.

Por último restará medir la juntura Colector-Emisor…



Obsérvese que entre Base-Colector y Base-Emisor nos va a dar dos medidas altas y dos medidas bajas. Entre Colector y Emisor da dos medidas altas.

Lo que **NUNCA** debemos aceptar de un transistor (***bipolar***) es que en cualquiera de sus junturas (Base Emisor, Base Colector o Colector Emisor) **de dos medidas bajas**, pues esto indica corto o gran fuga de las junturas.

Así concluiremos la prueba estática o pasiva de un transistor bipolar NPN como el BC548, si habláramos de su par complementario el BC558 que es del tipo PNP las pruebas serán las mismas pero con resultados acordes a la inversa polarización de las junturas en éste tipo de transistores (PNP).

Ahora veamos la prueba ***dinámica***:

Esta forma de probar transistores es sumamente curiosa y hace años que la practico y consiste en aplicar el voltaje del propio instrumento de medida para hacer "entrar en conducción" al transistor
.

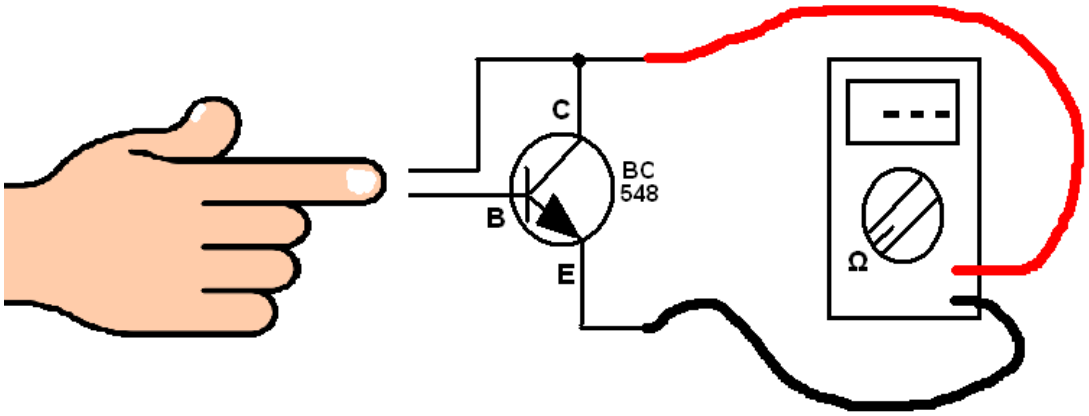
Para ello por ejemplo tomamos el transistor NPN BC548 de la práctica anterior y le ponemos la punta roja en colector y la negra en emisor.

Luego mojamos un "dedo" y tocamos el colector y la base a la vez. Notaremos que el instrumento indica pasaje de corriente mostrando números.

¿Qué hemos hecho con esta prueba?

Simplemente hemos polarizado el transistor siendo la resistencia de colector el instrumento y la resistencia de base el "dedo" mojado.

Veamos un poco más de cerca esta experiencia…



Éste circuito es sumamente sencillo e importante y es escalón obligatorio en el aprendizaje de electrónica.

Como se puede apreciar estamos haciendo conducir al transistor sin necesidad de una fuente de alimentación, la fuente será la corriente utilizada por nuestro instrumento para medir resistencia.

Sin aplicar el dedo no habrá paso de corriente a través de la juntura Colector-Emisor, pero cuando aplicamos la resistencia de nuestro dedo y a través de ella circula corriente desde el positivo de la punta de prueba hacia la Base del transistor éste se excita.

Esto provocará que el transistor entre en conducción y por ende la juntura Colector-Emisor ofrezca baja resistencia, dicha resistencia dependerá de cuán húmedo se encuentre nuestro dedo, del voltaje que utilice nuestro tester para las medidas y de las características del transistor.

Es una prueba muy rudimentaria pero nos acerca a lo que es el funcionamiento básico de un transistor…

Práctica número 8

Compruebe y practique las seis medidas estáticas a un transistor NPN BC548 con la ayuda de la Protoboard para facilitar el trabajo.

Pregunte y comprenda el resultado de las medidas… le será esencial en el futuro!

Cuando las termine, experimente con un transistor del tipo PNP del tipo BC558, y con transistores rotos que el profesor le irá facilitando para ir tomando práctica.

Práctica número 9

Compruebe y practique la prueba dinámica de un transistor NPN tipo BC548 con ayuda de la Protoboard.

Pregunte y comprenda el resultado de las medidas… le será esencial en el futuro!

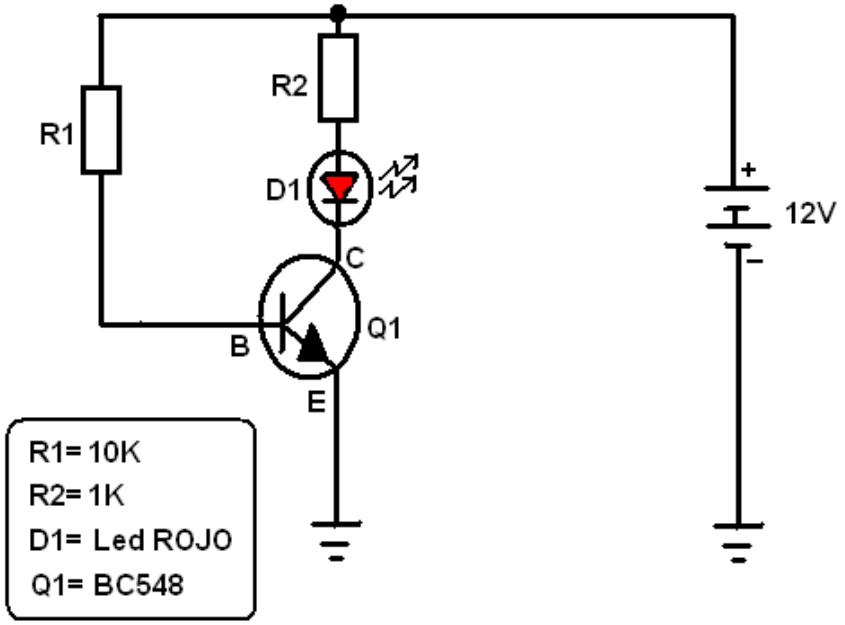
Cuando termine y comprenda ésta práctica recién estaremos en condiciones de hablar seriamente de circuitos formados por transistores… así que practique y no se quede con dudas.

Polaricemos un Transistor !!!

Cuando hablamos de polarizar transistores dijimos que consistía en colocarle resistencias adecuadas para que éste cumpliera una función determinada.

Hay varias formas de colocar estas resistencias con más o menos beneficios y que es justamente la esencia del dominio de los transistores.

Veamos el circuito esencial cuando hablamos de dominar a un transistor…



El funcionamiento de un transistor, requiere dos polarizaciones; una para el colector, del orden de voltios y otra para la base, de décimas de voltio.

Como se puede apreciar en la figura superior estamos obteniendo estas tensiones a partir de valores adecuados de R1 y R2 y la batería de 12 V.

Esta manera o forma de polarizar transistores es la más sencilla que existe pues, obsérvese que simplemente colocando mínimos componentes el transistor ya está en condiciones de amplificar.

Hemos agregado en serie con R2 un LED a efectos de poder visualizar los correspondientes fenómenos de ***corte*** (no conduce) y de ***saturación*** (conduce).

Esta forma de polarizar un transistor tiene como dijimos a favor la *sencillez,* pero es justo aclarar que no posee estabilización térmica y es de *relativa* calidad…

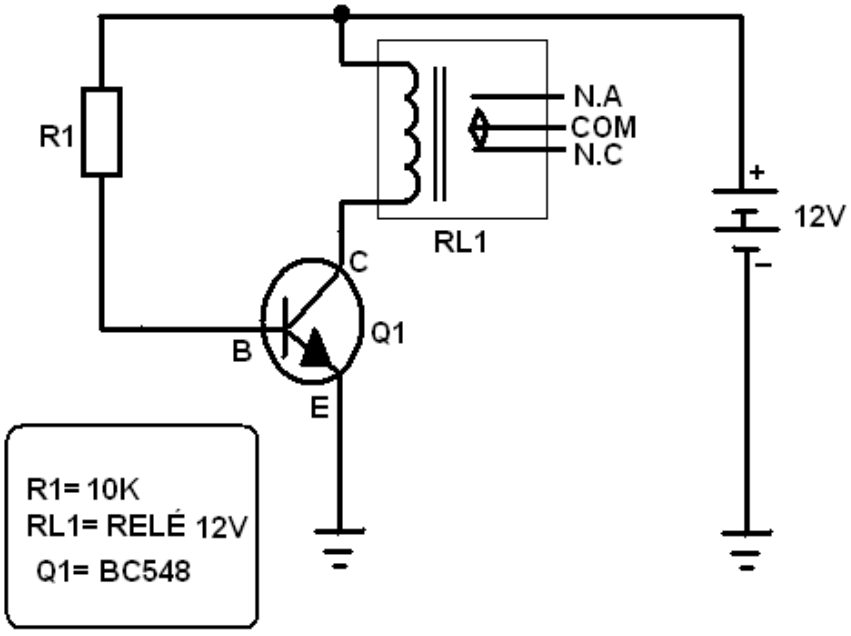
Práctica número 10

En esta práctica le propongo realizar en la Protoboard el circuito de la página anterior donde pondremos a funcionar un transistor con todos sus componentes asociados.

Como primer experiencia verifique el buen funcionamiento del mismo.

Como segunda experiencia desconecte la resistencia de base de 10K y observe como el Led dejará de brillar.

Como tercera experiencia desconecte la carga del circuito original (Led + resistencia de 1K) y suplántela por un relé de 12 volts… el circuito deberá quedar como el siguiente:



Conecte y desconecte la resistencia de base de 10K y verifique que está controlando al relé a través del transistor.

Estas prácticas aparentemente simples son la base de todo futuro proyecto, porque en definitiva todos nuestros circuitos serán a grandes rasgos el artilugio de controlar mediante sensores que interaccionan con el mundo real a transistores que comandarán los elementos de acción en nuestros automatismos.

Dicho de forma más simple… si hace mucho calor, dicha temperatura afectará a un termistor (resistencia sensible a la temperatura) que dependiendo del tipo dejará o no pasar corriente que excitará o no a un transistor y éste a su vez encenderá un ventilador para contrarrestar el aumento de temperatura en un determinado ambiente.

Muy simple… pero le aseguro que es el principio de todo automatismo industrial, tómese el tiempo para estudiar dichos circuitos y tenga total certeza que vamos por el buen camino, uniendo circuitos “simples” lograremos procesos complejos pudiendo dar solución a muchas necesidades industriales, domésticas o simplemente haciendo las delicias de quienes nos divertimos con la electrónica.

En el siguiente módulo le invito a construir una fuente de alimentación regulada y regulable, construida en base a un circuito integrado de altísima calidad. Indispensable en todo taller para realizar pruebas y reparaciones, así que…

Lo espero en el módulo número cinco!!!